

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011490392    \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1997-468297/\*199743\*  
Related WPI Acc No: 1997-477348  
XRPX Acc No: N97-390694

**Position detector for exposure system used in semiconductor device e.g.  
LCD element mfr - detects relative position of wafer mark and index mark  
based on output of both optoelectric detection units**

Patent Assignee: NIKON CORP (NIKR ); HYUNDAI MOTOR CO LTD (HYUN-N)  
Inventor: JIN H S; KOMATSU K; NAKAGAWA M; SUGAYA A; TANAKA M  
Number of Countries: 003    Number of Patents: 003  
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9219354	A	19970819	JP 9625327	A	19960213	199743 B
KR 97062816	A	19970912	KR 9682446	A	19961231	199840
US 5859707	A	19990112	US 97796320	A	19970206	199910

Priority Applications (No Type Date): JP 9625327 A 19960213; JP 9627517 A  
19960215

**Patent Details:**

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9219354	A		18	H01L-021/027	
KR 97062816	A			G03F-007/20	
US 5859707	A			G01B-011/00	

**Abstract (Basic):** JP 9219354 A

The detector includes a pair of optoelectric detection units. An index plate (35) with an index mark (34) is arranged between a first objective lens (33) and prism (36) that are enclosed in a casing (14) of an index object chamber (11c). A main body (11b) comprising an infrared light source (26) and associated optical systems are arranged isolated from the index object chamber. Visible light (AL1) and infrared light (AL2) are irradiated from respective light sources (21,22) on a wafer mark formed on a wafer (2) and the index mark respectively.

The reflected infrared beam and the light beam from the index plate and the wafer are incident on the respective optoelectric detection units. Based on output of both the optoelectric detection unit, the relative position of the wafer mark from the index mark is detected.

**ADVANTAGE** - Improves signal wave ratio of detected signal.

Dwg.1/9

**Title Terms:** POSITION; DETECT; EXPOSE; SYSTEM; SEMICONDUCTOR; DEVICE; LCD;  
ELEMENT; MANUFACTURE; DETECT; RELATIVE; POSITION; WAFER; MARK; INDEX;  
MARK; BASED; OUTPUT; DETECT; UNIT

**Index Terms/Additional Words:** CCD; MAGNETIC; HEAD

**Derwent Class:** P84; S02; U11

**International Patent Class (Main):** G01B-011/00; G03F-007/20; H01L-021/027

**International Patent Class (Additional):** G03F-009/00

**File Segment:** EPI; EngPI

**Manual Codes (EPI/S-X):** S02-A03B; S02-A06C; U11-C04B2; U11-C04D; U11-C04E1



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-219354

(43) 公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 2 5 B
G 0 3 F 9/00			G 0 3 F 9/00	H
				A
			H 0 1 L 21/30	5 2 5 K
				5 2 5 N
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-25327

(22) 出願日 平成8年(1996)2月13日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 中川 正弘

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 菅谷 敏子

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 田中 正司

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

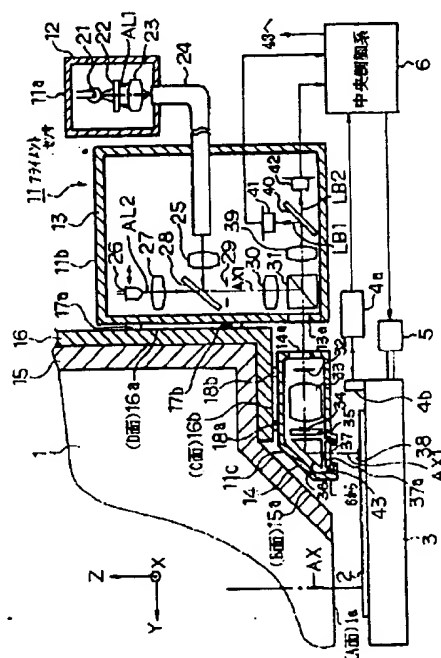
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 位置検出装置及び該装置を備えた露光装置

(57) 【要約】

【課題】 オフ・アクシス方式等のアライメントセンサにおけるベースライン変動を低減する。

【解決手段】 指標マーク34が形成された指標板35を、第1対物レンズ33と落射プリズム36との間に配置し、それらの光学系を、赤外光源26を含む照明光学系が設置されたセンサ本体部11bから分産された指標対物部11cに設置する。可視照明光AL1及び赤外照明光AL2をそれぞれウエハマーク38及び指標マーク34に照射する。落射プリズム36の直下のコールドミラー37で赤外照明光AL2を反射することによって、赤外照明光AL2のもとで指標マーク34とウエハマーク38とをほぼ共役にして、ウエハマーク38からの可視の検出光LB1及び指標マーク34からの赤外の検出光LB2をそれぞれの撮像素子41、42により受光し、ウエハマーク38の指標マーク34に対する相対位置を検出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検物上に形成された位置検出マークからの光束を集光する集光光学系と、該集光光学系により集光された光束を光電変換する光電検出手段とを有し、該光電検出手段からの検出信号に基づいて前記位置検出マークの位置を検出する位置検出装置において、前記被検物と前記集光光学系との間に配置され、所定の指標マークが形成された基準体と、前記光電検出手段を第1の光電検出手段としたとき、前記指標マークからの光束を前記集光光学系を介して受光して光電変換する第2の光電検出手段と、を備え、前記第1及び第2の光電検出手段からの検出信号に基づいて、前記指標マークに対する前記位置検出マークの相対位置を検出することを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 請求項1記載の位置検出装置であって、前記位置検出マーク及び前記指標マークを照明する照明光学系と、該照明光学系によって前記指標マークに照射され、前記指標マークを介して前記被検物側に向かう光束を前記指標マーク側に反射することによって、前記指標マークの形成面と前記位置検出マークの形成面とを実質的に共役にする反射部材と、を有し、該反射部材によって反射された後、前記集光光学系を通過した光束を前記第2の光電検出手段で受光することを特徴とする位置検出装置。

【請求項3】 請求項1記載の位置検出装置であって、前記指標マークの形成面が前記位置検出マークの形成面に近接して配置され、前記位置検出マーク及び前記指標マークを照明する照明光学系を有し、前記照明光学系から前記指標マークに照射され、前記指標マークを介した後前記集光光学系で集光された光束を前記第2の光電検出手段で受光することを特徴とする位置検出装置。

【請求項4】 請求項1、2、又は3記載の位置検出装置であって、前記集光光学系は前記位置検出マーク、及び前記指標マークの像を形成する結像光学系であり、前記第1及び第2の光電検出手段はそれぞれ前記位置検出マークの像、及び前記指標マークの像を撮像する撮像素子であることを特徴とする位置検出装置。

【請求項5】 請求項1、2、3、又は4記載の位置検出装置であって、前記第1及び第2の光電検出手段はそれぞれ前記位置検出マークの像、及び前記指標マークの像を撮像する撮像素子であり、

前記照明光学系内の、前記指標マーク、又は前記位置検出マークと共役な位置に照明光を部分的に遮光するための遮光部材を配置したことを特徴とする位置検出装置。

【請求項6】 請求項1～5の何れか一項記載の位置検

出装置であって、

前記指標マーク又は指標マークの像の前記集光光学系の光軸方向の位置を調整する高さ調整手段と、周囲の環境状態を計測する環境状態計測手段と、該環境状態計測手段によって計測された環境状態の変化量の検出結果に応じて、前記集光光学系による前記指標マークからの光束の集光位置と所定の目標値とのオフセット量を求めるオフセット演算手段と、を有し、前記オフセット演算手段により求められたオフセット量に基づいて、前記高さ調整手段を介して前記指標マーク又は指標マークの像の位置を独立に調整することを特徴とする位置検出装置。

【請求項7】 請求項1～5の何れか一項記載の位置検出装置であって、周囲の環境状態を計測する環境状態計測手段と、該環境状態計測手段によって計測された環境状態の変化量の検出結果に応じて、前記集光光学系による前記指標マークからの光束の集光位置と所定の目標値とのオフセット量を求めるオフセット演算手段と、該オフセット演算手段により求められたオフセット量に基づいて、前記指標マークに対する前記位置検出マークの相対位置を補正することを特徴とする位置検出装置。

【請求項8】 請求項1～7の何れか一項記載の位置検出装置を備え、マスク上の転写用のパターンを感光基板上に転写露光する露光装置であって、前記感光基板上の位置合わせ用マークを前記位置検出マークとして、前記位置検出装置を介して前記感光基板上の前記位置合わせ用マークの位置が検出され、該検出結果に基づいて前記マスクと前記感光基板との位置合わせが行われることを特徴とする露光装置。

【請求項9】 請求項1～7の何れか一項記載の位置検出装置を備え、マスク上の転写用のパターンを、第1の保持部材に支持された投影光学系を介して感光基板上に転写露光する露光装置であって、前記指標マークが形成された基準体と、前記集光光学系中の少なくとも1つの光学部材とを、前記集光光学系中の残りの光学部材とは独立に支持する第2の保持部材を備え、

該第2の保持部材が前記第1の保持部材の前記感光基板側の面に固定され、前記感光基板上の位置合わせ用マークを前記位置検出マークとして、前記位置検出装置を介して前記感光基板上の前記位置合わせ用マークの位置が検出され、該検出結果に基づいて前記マスクと前記感光基板との位置合わせが行われることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば、半導体素子、液晶表示素子、撮像素子（CCD等）、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのフォトリソグラフィ工程

で、マスクパターンを感光性の基板上に露光するために使用される露光装置のアライメントセンサに適用して好適な位置検出装置、及びこの位置検出装置を備えた露光装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】例えば、半導体素子等を製造するためのフォトリソグラフィ工程で使用されるステッパー等の投影露光装置、又はプロキシミティ方式の露光装置等の露光装置においては、マスクとしてのレチクル上に形成された回路パターンを感光基板としてのウエハ（又はガラスプレート等）上のフォトレジスト層に高い重ね合わせ精度で転写するために、レチクルとウエハの各ショット領域とを高精度に位置合わせ（アライメント）することが求められている。このため、ウエハの各ショット領域には位置合わせ用のアライメントマーク（ウエハマーク）が付設されている。そして、それらのアライメントマークの位置を検出するためのアライメントセンサとしては、①レーザ光をウエハ上のドット列状のアライメントマークに照射し、そのマークにより回折又は散乱された光を用いてそのマークの位置を検出するLSA（Laser Step Alignment）方式、②ハロゲンランプを光源とする波長帯域幅の広い光で照明して撮像したアライメントマークの画像データを画像処理して計測するFIA（Field Image Alignment）方式、あるいは③ウエハ上の回折格子状のアライメントマークに、同一周波数又は周波数を僅かに変えたレーザ光を2方向から照射し、発生した2つの回折光を干渉させ、その位相からアライメントマークの位置を計測するLIA（Laser Interferometric Alignment）方式等がある。

【0003】また、従来のアライメント方式としては、①投影光学系を介してウエハ上のアライメントマークの位置を測定するTTL（スルー・ザ・レンズ）方式、②投影光学系を介することなく直接ウエハ上のアライメントマークの位置を計測するオフ・アクシス方式、及び③投影光学系を介してウエハとレチクルとを同時に観察し、両者の相対位置関係を検出するTTR（スルー・ザ・レチクル）方式等がある。これらのアライメントセンサを使用して、レチクルとウエハとのアライメントを行う場合、予めアライメントセンサの計測中心とレチクルのパターンの投影像の中心（露光中心）との間隔であるベースライン量が求められている。そして、アライメントセンサによってアライメントマークの計測中心からのずれ量が検出され、このずれ量をベースライン量で補正した距離だけウエハを移動することによって当該ショット領域の中心が露光中心に正確に位置合わせされる。ところが、露光装置を維持して使用する過程で次第にベースライン量の変動することがある。このようなベースライン量の変動である所謂ベースライン変動が生じると、アライメント精度（重ね合わせ精度）が低下する。従って、従来は例えば定期的にアライメントセンサの計測中

心と露光中心との間隔を正確に計測するためのベースラインチェックが行われていた。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、そのようにベースラインチェックを行っても、短期的にベースライン量の変動すると、アライメント精度が低下するという不都合があった。そのようなアライメント精度を低下させる短期的なベースライン変動の要因の1つは、露光用の照明光の照射による熱変形、機械的な振動、又は大気等の環境の変化に伴うアライメントセンサの計測中心位置のドリフト（変位）である。このように、アライメントセンサの計測中心のドリフトが生じると、仮にアライメントセンサとウエハとが相対的に静止していても、その計測中心とアライメントマークとの位置ずれ量が増加して、これがアライメント誤差となる。以下では、アライメントセンサの計測中心と計測対象のアライメントマークとの位置ずれ量が増加しにくいことをそのアライメントセンサの「ドリフト安定性」と呼ぶ。特に、オフ・アクシス方式のアライメントセンサはウエハ上のアライメントマークの検出に際して投影光学系を介さないため、投影光学系を介したTTL方式等のアライメントセンサに比べてアライメントセンサ自体のドリフト安定性を極力高めることが重要である。

【0005】また、近年、半導体素子等の線幅の微細化に伴い、露光用の照明光としては高い解像度が得られる紫外光、更にはKrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光のような遠紫外光等の短い波長の照明光が使用されるようになってきている。例えば、エキシマレーザ光を露光用の照明光として使用する投影露光装置では、TTL方式のアライメントセンサを採用する場合には様々な技術的困難を伴うので、設計上の自由度が大きく、潜在能力の高いオフ・アクシス方式のアライメントセンサの重要度が高まっている。しかしながら、このようなオフ・アクシス方式でアライメントを行う場合、上述のようにアライメントセンサ自体のドリフト安定性が高くないと、TTL方式等でアライメントを行う場合に比較してアライメント精度が低下する不都合がある。

【0006】本発明は斯かる点に鑑み、ドリフト安定性に優れた被検物（位置検出マーク）の位置を高精度に検出できる位置検出装置を提供することを目的とする。また、本発明はこのような位置検出装置を備えた露光装置を提供することをも目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による位置検出装置は、被検物（2）上に形成された位置検出マーク（38）からの光束（LB1）を集光する集光光学系（33、39）と、この集光光学系により集光された光束を光電変換する光電検出手段（41）とを有し、この光電検出手段からの検出信号に基づいてその位置検出マーク（38）の位置を検出する位置検出装置において、その

被検物(2)とその集光光学系(33, 39)との間に配置され、所定の指標マーク(34)が形成された基準体(35)と、その光電検出手段(41)を第1の光電検出手段としたとき、その指標マーク(34)からの光束(LB2)をその集光光学系(33, 39)を介して受光して光電変換する第2の光電検出手段(42)と、を備え、それら第1及び第2の光電検出手段(41, 42)からの検出信号に基づいて、その指標マーク(34)に対するその位置検出マーク(38)の相対位置を検出するものである。

【0008】斯かる本発明の位置検出装置によれば、位置検出マーク(38)からの光束(LB1)(以下、「被検物検出光」という)及び指標マーク(34)からの光束(LB2)(以下「基準検出光」という)は共に同じ集光光学系(33, 39)を介して検出される。従って、被検物検出光及び基準検出光は、集光光学系に対する熱或いは機械的振動によるドリフトの影響を共に同じように受けることになり、ドリフト安定性が向上し、指標マーク(34)に対する位置検出マーク(38)の相対位置の検出精度(検出再現性)が向上する。

【0009】この場合、その位置検出マーク(38)及びその指標マーク(34)を照明する照明光学系(21~30)と、この照明光学系によってその指標マーク(34)に照射され、その指標マーク(34)を介してその被検物(2)側に向かう光束(AL2)をその指標マーク(34)側に反射することによって、その指標マーク(34)の形成面とその位置検出マーク(38)の形成面とを實質的に共役にする反射部材(37)と、を有し、この反射部材によって反射された後、その集光光学系(33, 39)を通過した光束(LB2)をその第2の光電検出手段(42)で受光することが好ましい。これにより、被検物検出光(LB1)及び基準検出光(LB2)の光路長は實質的に同じものとなり、容易にその集光光学系を共通に使用して、且つ第1及び第2の光電検出手段の受光面を集光光学系からほぼ等距離に配置することができる。

【0010】また、その指標マーク(34)の形成面がその位置検出マーク(38)の形成面に近接して配置され、その位置検出マーク(38)及びその指標マーク(34)を照明する照明光学系(21~30)を有し、その照明光学系からその指標マーク(34)に照射され、その指標マーク(34)を介した後その集光光学系(33, 39)で集光された光束(LB2)をその第2の光電検出手段(42)で受光することが好ましい。これにより、指標マーク(34)と位置検出マーク(38)とが近接して配置されるため、ドリフト安定性が更に向上する。

【0011】また、その集光光学系の一例はその位置検出マーク(38)、及びその指標マーク(34)の像を形成する結像光学系(33, 39)であり、その第1及

び第2の光電検出手段の一例はそれぞれその位置検出マーク(38)の像、及びその指標マーク(34)の像を撮像する撮像素子(41, 42)である。また、その第1及び第2の光電検出手段がそれぞれその位置検出マーク(38)の像、及びその指標マーク(34)の像を同時に撮像する撮像素子(41B)である場合に、例えば図9(a)に示すように、その照明光学系内の、その反射部材(37)を介してその指標マーク(34)と共役な位置にその指標マーク(34)に対する照明光(AL2)を部分的に遮光するための遮光部材(46C)を配置することが好ましい。これにより、基準検出光(LB2)中に混入する不要な迷光を防止することができ、撮像素子(41B)上での指標マーク(34)の指標マーク像のコントラスト低下を防止できるので、それに対応する検出信号のSN比が向上する。なお、ウエハマーク(38)の検出信号に関しても同様な手法が有効である。

【0012】また、その指標マーク(34)のその集光光学系(33, 39)の光軸(AX1)方向(Z方向)の位置を調整する高さ調整手段(43)と、周囲の環境状態を計測する環境状態計測手段(PG, TG1, TG2, 6a)と、この環境状態計測手段によって計測された環境状態の変化量の検出結果に応じて、その集光光学系(33, 39)によるその指標マーク(34)からの光束(LB2)の集光位置と所定の目標値とのオフセット量を求めるオフセット演算手段(6)と、を有し、そのオフセット演算手段により求められたオフセット量に基づいて、その高さ調整手段(43)を介してその指標マークの位置を独立に調整することが好ましい。これにより環境変化による基準検出光の集光位置のオフセットがなくなり、指標マーク(34)の検出位置が安定し、結果として位置検出マーク(38)の検出精度が向上する。

【0013】また、周囲の環境状態を計測する環境状態計測手段(PG, TG1, TG2, 6a)と、この環境状態計測手段によって計測された環境状態の変化量の検出結果に応じて、その集光光学系(33, 39)によるその指標マーク(34)からの光束の集光位置と所定の目標値とのオフセット量を求めるオフセット演算手段(6)と、このオフセット演算手段により求められたオフセット量に基づいて、その指標マーク(34)に対するその位置検出マーク(38)の相対位置を補正することが好ましい。これにより、指標マーク(34)の目標集光位置からのオフセットが補正され、位置検出マーク(38)の検出精度が向上する。

【0014】次に、本発明による第1の露光装置は、本発明の位置検出装置を備え、マスク(R)上の転写用のパターンを感光基板(2)上に転写露光する露光装置であって、その感光基板(2)上の位置合わせ用マーク(38)をその位置検出マークとして、その位置検出装

置を介してその感光基板(2)上のその位置合わせ用マーク(38)の位置が検出され、この検出結果に基づいてそのマスク(R)とその感光基板(2)との位置合わせが行われるものである。

【0015】斯かる本発明の第1の露光装置によれば、上記のような作用を有する本発明の位置検出装置を備えているため、位置合わせ用マーク(38)の指標マーク(34)に対する相対位置を高精度に検出することができ、レチクル(R)上のパターンを感光基板(2)上に高精度に露光することができる。また、本発明による第2の露光装置は、本発明の位置検出装置を備え、マスク(R)上の転写用のパターンを、第1の保持部材(16)に支持された投影光学系(1)を介して感光基板(2)上に転写露光する露光装置であって、その指標マーク(34)が形成された基準体(35)と、その集光光学系(33、39)中の少なくとも1つの光学部材(33)とを、その集光光学系(33、39)中の残りの光学部材とは独立に支持する第2の保持部材(14)を備え、この第2の保持部材がその第1の保持部材(16)のその感光基板(2)側の面に固定され、その感光基板(2)上の位置合わせ用マーク(38)をその位置検出マークとして、その位置検出装置を介してその感光基板(2)上のその位置合わせ用マーク(38)の位置が検出され、この検出結果に基づいてそのマスク(R)とその感光基板(2)との位置合わせが行われるものである。

【0016】斯かる本発明の第2の露光装置によれば、第1の露光装置と同様の効果が得られると共に、指標マーク(34)が形成された基準体と、集光光学系(33、39)中の少なくとも1つの光学部材(33)とは、その集光光学系の残りの光学部材から独立に支持する第2の保持部材(14)に支持されているため、指標マーク(34)に対する投影光学系(1)や第1保持部材(16)の例えば熱的な変形や機械的振動の影響が軽減される。従って、位置検出装置のドリフト安定性が向上する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の第1の例につき図1～図6を参照して説明する。本例はレチクルのパターンをウエハ上の各ショット領域に一括露光するステッパ型の投影露光装置に備えられたオフ・アクシス方式で、且つFIA方式のアライメントセンサに本発明を適用したものである。

【0018】図1は、本例のアライメントセンサの構成を一部断面で示し、図2は本例の投影露光装置全体の概略構成を示す。この図1において、露光時にはレチクルR(図2参照)のパターンが投影光学系1を介してウエハ2上の各ショット領域に転写される。以下、投影光学系1の光軸AXに平行にZ軸を取り、このZ軸に垂直な平面上で図1の紙面に平行にY軸、図1の紙面に垂直に

X軸を取り説明する。先ず、図2は図1をY方向に見た側面図であり、この図2に示すように、ウエハ2は、不図示のウエハホルダを介してZチルトステージ3Z上に載置されている。Zチルトステージ3Zは内部の駆動系により光軸AX方向(Z方向)へのウエハ2の移動、ウエハ2の傾斜、及び光軸AXの回りでのウエハ2の回転を行うことできる。また、Zチルトステージ3Zは、図1のウエハステージ駆動系5により投影光学系1に対してX方向及びY方向に移動可能なXYステージ3XY上に載置されている。このXYステージ3XY及びZチルトステージ3Zによりウエハステージ3が構成されている。

【0019】図1に戻り、ウエハステージ3の端部には外部のレーザ干渉計4aからのレーザビームを反射する移動鏡4bが固定されており、レーザ干渉計4a及び移動鏡4bによりウエハステージ3のX方向、Y方向の位置及び回転角が計測されている。レーザ干渉計4aの位置情報は、装置全体を統轄的に制御する中央制御系6に供給されており、中央制御系6はこの位置情報に基づき、ウエハステージ駆動系5を介してウエハステージ3の位置決め動作を制御する。

【0020】また、図2に示すようにウエハ2の表面に向けてピンホール像、あるいはスリット像を形成するための検出光を光軸AXに対して斜め方向に供給する照射光学系9aと、その検出光のウエハ2の表面での反射光束よりピンホール像等を振動スリット上に再結像し、その振動スリットを透過した光束を受光する受光光学系9bとからなる斜入射方式の焦点位置検出系(以下、「焦点位置検出系9a、9b」という)が設置されている。焦点位置検出系9a、9bはウエハ2の表面の投影光学系1の最良結像面に対するZ方向の位置偏差に対応するフォーカス信号を中央制御系6に供給し、中央制御系6はこのフォーカス信号に基づいてオートフォーカス方式でZチルトステージ3ZをZ方向に駆動する。なお、本例では結像面が零点基準となるように予め受光光学系9b内の内部に設けられた不図示の平行平板ガラス(フレンパラレル)の角度が調整され、受光光学系9bからのフォーカス信号が0になるようにオートフォーカスが行われる。

【0021】次に、本例のオフ・アクシス方式で且つFIA方式のアライメントセンサの構成について説明する。図1に示すように、本例のアライメントセンサ11は、第1の光源21等をケーシング12内に配置して構成され、本例の投影露光装置が収納されたチャンバの外部に設置されたランプハウス部11aと、第2の光源26及び撮像素子41、42等をケーシング13内に配置して構成され、投影光学系1の下方側面に固定されたセンサ本体部11bと、第1対物レンズ33、指標板34や落射プリズム36等をケーシング14内に配置して構成され、投影光学系1の-Y方向の端部の下部に固定さ

れた指標対物部11cとから構成されている。投影光学系1の鏡筒15は、所定のコラム(不図示)に固定された投影光学系保持部16に固定されている。投影光学系保持部16はインバール等の低熱膨張率の合金等の低熱膨張材からなり、チャンパ内部の温度変動が投影光学系1やアライメントセンサ11にできるだけ影響を及ぼさないように配慮されている。

【0022】センサ本体部11bのケーシング13は複数の支持フレーム(図1ではその内支持フレーム17a、17bを示す)を介して投影光学系保持部16の側面部分16aに固定されている。また、指標対物部11cのケーシング14は、投影光学系保持部16と同様に低熱膨張率の合金等の低熱膨張材から形成されており、複数の支持フレーム(図1ではその内支持フレーム18a、18bを示す)を介して投影光学系保持部16の外周に近い裏面部分16bに固定されている。この場合、アライメントセンサ11の計測位置をできるだけ投影光学系1の光軸AXに近づけると共に、指標対物部11cの複数の支持フレームをY軸に対称に配置することが重要である。以下、投影光学系保持部16の側面部分16aを「D面」、投影光学系保持部16の裏面部分16bを「C面」として説明する。また、同様に投影光学系1の鏡筒15の裏面傾斜部分15aを「B面」、投影光学系1の中央裏面部分1aを「A面」として説明する。

【0023】先ず、アライメントセンサ11を構成するランプハウス部11aに設置されたハロゲンランプ等からなる第1の光源21より射出された広帯域波長の照明光は、波長制限光学フィルター22の作用により適当な波長幅を有する可視照明光となる。その可視照明光よりなる照明光AL1は、次に集光レンズ23により光ファイバー等からなるライトガイド24の入射端面に集光される。ライトガイド24の他端はケーシング12から外部に取り出されて、センサ本体部11bのケーシング13の外側面を経てケーシング13の内側に設置されている。ライトガイド24の射出端面から+Y方向に射出された照明光AL1は、コンデンサレンズ25で集光され、照明光AL1の光路に対して45°の傾斜角をもって斜設されたダイクロイックミラー28に入射する。

【0024】ダイクロイックミラー28は可視光を反射し、赤外光を透過する波長選択性を有し、可視光である照明光AL1はダイクロイックミラー28で殆ど減光されることなく下方に反射された後、視野絞り29を均一に照射する。なお、後述するように、ダイクロイックミラー28には、センサ本体部11b内に設置された第2の光源26から射出された赤外光よりなる照明光AL2が、照明光AL1と直交する方向から入射している。視野絞り29を通過した照明光AL1は、リレーレンズ30で集光されて、照明光AL1の光路に対して45°の傾斜角で配設されたハーフプリズム31に入射する。ハーフプリズム31のハーフミラー面で+Y方向に反射さ

れた照明光AL1は、次にケーシング13の下部側面に設けられた窓13aを通過した後、指標対物部11cのケーシング14の側面の窓14aを介してケーシング14の内部に入射する。

【0025】次に、照明光AL1は、第1対物レンズ33の入射端面32にライトガイド24の射出端面の投影像を形成した後、第1対物レンズ33を透過して指標マーク34が形成された透明なガラス板からなる指標板35に入射する。指標板35を通過した照明光AL1は、落射プリズム36により下方に偏向され、透明なガラス板からなるコールドミラー37に入射する。コールドミラー37の表面には可視光は透過するが、赤外光を反射してしまうコールドミラー膜(以下、「CM膜」という)37aが蒸着されており、可視光である照明光AL1は殆ど減光されることなくコールドミラー37を透過する。この場合、第1対物レンズ33、リレーレンズ30、及び落射プリズム36等よりなる光学系の光軸を光軸AX1とする。

【0026】コールドミラー37は、指標対物部11cの内部に設けられた圧電素子等からなるコールドミラー駆動素子43により光軸AX1方向(Z方向)へ微動できるように構成されており、コールドミラー駆動素子43は中央制御系6により制御されている。後述するように、中央制御系6によりコールドミラー駆動素子43を介してコールドミラー37の光軸AX1方向(Z方向)の位置が調整される場合がある。照明光AL1はコールドミラー37を通過した後、第1対物レンズ33の焦平面に相当するウエハ2の表面上に配設された所定形状を有するウエハマーク(ウエハ上のアライメントマーク)38にほぼ垂直に照射される。なお、ウエハ2上の照明領域は視野絞り29により所望の大きさに設定される。また、ウエハマーク38は100 $\mu$ m角程度の大きさで形成されており、X方向及びY方向にそれぞれ数 $\mu$ mのピッチで形成された2次元の格子状のパターン構造を持つ。但し、ウエハマーク38として1次元の格子状等のパターンを使用してもよい。

【0027】このウエハマーク38に照射された照明光AL1は、ウエハマーク38で反射回折され、ウエハマーク検出光LB1としてウエハ2上から光軸AX1に沿って上方に戻っていく。ウエハマーク検出光LB1は、再びコールドミラー37に入射し、CM膜37aで殆ど減光されることなくコールドミラー37を透過後、落射プリズム36にて-Y方向に偏向され、指標板35を経て、第1対物レンズ33に入射する。ウエハマーク検出光LB1により、第1対物レンズ33の入射端面32上にはウエハマーク38によるフラウンホーファー回折像が形成される。指標板35上には、ウエハマーク38と同程度の大きさの2次元(1次元も可)の位相格子状のパターン構造を有する指標マーク34が形成されており、指標板35は第1対物レンズ33の近くに置かれてい



る。従って、ウエハマーク38を照射する照明光AL1及びウエハマーク38からのウエハマーク検出光LB1の指標板35上における広がり、はほぼ第1対物レンズ33の有効径、即ち十数mm程度である。それに対して、指標板35上の指標マーク34の大きさは100 $\mu$ m角前後と非常に小さく、面積比で言えば、10<sup>-4</sup>程度である。従って、指標板35を通過する照明光AL1は指標マーク34による遮光又は回折の影響を殆ど受けることなく、ウエハマーク38を均一に照射することが可能である。また、ウエハマーク38から戻ってくるウエハマーク検出光LB1も同様に、指標板35を通過する際、指標マーク34による遮光又は回折の影響を殆ど受けないため、第1対物レンズ33の入射瞳面32のウエハマーク38のウエハマーク像に対する指標マーク34の影響は殆どない。

【0028】第1対物レンズ33の入射瞳面32から射出されたウエハマーク検出光LB1はハーフプリズム31を通過し、第2対物レンズ39に入射する。第2対物レンズ39にて集光されたウエハマーク検出光LB1はダイクロイックミラー40に入射する。ダイクロイックミラー40は前述のダイクロイックミラー28と同様に可視光を反射し、赤外光を透過する波長選択性を有し、ウエハマーク検出光LB1は、ダイクロイックミラー40で殆ど減光されることなく反射され、2次元CCD等からなる2次元の撮像素子41の撮像面上にウエハマーク38のウエハマーク像を形成する。なお、ウエハマーク38が1次元のマークであれば、撮像素子41も1次元CCD等でよい。このウエハマーク38のウエハマーク像は指標マーク34による「けられ」の影響を殆ど受けることがなく、理想結像と見なせる。従って、そのウエハマーク像よりウエハマーク38の位置が正確に検出される。ウエハマーク38のウエハマーク像の光強度は撮像素子41で電気信号に変換されて、中央制御系6に供給される。

【0029】一方、センサ本体部11b内の第2の光源26より射出された赤外光よりなる照明光AL2はコンデンサレンズ27で集光され、ダイクロイックミラー28を殆ど減光されることなく透過し、視野絞り29を通過してリレーレンズ30により集光されてハーフプリズム31に入射する。光源26は、光源26を光軸AX1方向(Z方向)に垂直な方向へ微動できるように支持されている。後述するように、光源26の光軸AX1に垂直な方向の位置を変化させることにより照明光AL2のテレセントリック性が調整される。

【0030】なお、その光源26もセンサ本体部11bの外部に配置して、可視光である照明光AL1と同様にライトガイド等を介して赤外光の照明光AL2をセンサ本体部11bに導入するようにしてもよい。ハロゲンランプ等の発熱源をセンサ本体部11bの外部に配置することは、高精度の位置決めを行う上で不可欠の方法であ

る。

【0031】図3は、照明光AL2の光路を詳細に説明するための光路図を示し、この図3に示すように、ハーフプリズム31に入射した照明光AL2は、ハーフプリズム31で反射され、第1対物レンズ33の入射瞳面32に図1の光源26の投影像を形成する。第1対物レンズ33から射出された照明光AL2の光束の径は第1対物レンズ33の有効径とほぼ等しい数十mm程度であり、第1対物レンズ33の直後に配置された指標板35上の100 $\mu$ m前後の大きさの指標マーク34を均一に照射することは十分可能である。指標マーク34のパターン構造は、ウエハマーク38と同程度の周期性のある凹部と凸部とで透過光の位相が180°異なる2次元(1次元も可)の位相パターンである。従って、照明光AL2の内この指標マーク34を照射した光束は透過回折されて、殆どが±1次の4つ(1次元マークの場合には2つ)の回折光束にだけ変換された指標マーク検出光LB2となる。

【0032】赤外光よりなる指標マーク検出光LB2は指標板35を通過後、落射プリズム36により下方に偏向され、コールドミラー37上に照射される。コールドミラー37表面に蒸着されたCM膜37aは、前述のように可視光は透過し、赤外光は反射する光学的性質を有している。従って、コールドミラー37のCM膜37aで殆ど減光されることなく反射された指標マーク検出光LB2は、再度落射プリズム36に戻って-Y方向に偏向され、指標マーク34に影響されることなく指標板35を通過し、第1対物レンズ33に再入射する。指標マーク検出光LB2によって、第1対物レンズ33の入射瞳面32には指標マーク34によるフラウンホーフェ回折像が形成される。なお、前述のようにCM膜37aが形成されたコールドミラー37はコールドミラー駆動素子43により光軸AX1方向(Z方向)の位置が調整可能に構成されており、コールドミラー37の光軸AX1方向の位置を変化させることにより、実質的に指標マーク34の光軸AX1方向の位置が調整される。

【0033】この場合、指標マーク34から落射プリズム36の反射面までの光路長をD<sub>1</sub>、落射プリズム36の反射面からコールドミラー37のCM膜37aまでの光路長をD<sub>2</sub>とすれば、指標マーク34からCM膜37aまでの光軸AX1に沿った光路長L<sub>1</sub>(=D<sub>1</sub>+D<sub>2</sub>)と、ウエハ表面からコールドミラー37のCM膜37aまでの光軸AX1に沿った光路長L<sub>2</sub>とがほぼ等しくなるようにコールドミラー37や指標板35の位置が設定されている。従って、第1対物レンズ33からみれば、ウエハ表面上に指標マーク34が存在するように見える。即ち、第1対物レンズ33にとって指標マーク34は第1対物レンズ33の焦平面上にあるのと等価である。

【0034】第1対物レンズ33から射出された指標マ

ーク検出光LB2はハーフプリズム31を通過し、第2対物レンズ39に入射する。第2対物レンズ39により集光された指標マーク検出光LB2は、ダイクロイックミラー40を殆ど減光されることなく透過し、指標マーク34用の2次元CCDからなる2次元の撮像素子42の撮像面上に指標マーク34の指標マーク像を形成する。なお、指標マーク34が1次元マークであれば、撮像素子42も1次元CCD等でよい。指標マーク34の指標マーク像の光強度は撮像素子42により電気信号に変換され、中央制御系6に供給される。なお、撮像素子42はダイクロイックミラー40にできるだけ近接して配置される。また、指標マーク34の指標マーク像の撮像素子42への合焦は、指標板35、コールドミラー37、及び撮像素子42等の配置を変更して行う。

【0035】指標マーク34の指標マーク像は、指標マーク34自身によるけられの影響を殆ど受けることなく、指標マーク34の位置情報を正確に有している。しかし、指標マーク検出光LB2が落射プリズム36を2度通過することによって生じる補正不足の球面収差の影響を受けて、やや像のコントラストが低下する。そこで、球面収差への対処方法として、ダイクロイックミラー40と撮像素子42との間の光路上に球面収差の補正用の非球面レンズ等を用いた球面収差補正手段を設けてもよい。また、例えば図4(a)に示す構成により指標マーク検出光LB2の球面収差を抑制することができる。

【0036】図4(a)は、球面収差を補正するための構成例を示し、この図4(a)の例では、落射プリズム36の代わりに偏向ミラー36Aを採用し、指標板35とコールドミラー37とのガラス板の厚さをほぼ等しくしている。これによって、指標マーク検出光LB2もウエハマーク検出光LB1と同じ収差条件となり、撮像素子41、42のそれぞれの撮像面におけるウエハマーク38のウエハマーク像、及び指標マーク34の指標マーク像は共にほぼ理想結像となる。この場合、指標マーク34から偏光ミラー36Aの反射面までの光路長を $D_4$ 、偏光ミラー36Aの反射面からコールドミラー37のCM膜37aまでの光路長を $D_3$ とすれば、指標マーク34からCM膜37aまでの光軸AX1に沿った光路長 $L_4$  ( $=D_3 + D_4$ )と、ウエハ表面からコールドミラー37のCM膜37a面までの光軸AX1に沿った光路長 $L_3$ とがほぼ等しくなるようにコールドミラー37や指標板35の位置を設定する。

【0037】また、図1及び図4(a)の例では、指標板35やコールドミラー37を用いているが、図4(b)に示す如く図1の落射プリズム36の代わりに、第1対物レンズ33に対向する表面に図1の指標マーク34と同様の指標マーク34Aが形成され、ウエハマーク38に対向する表面にCM膜37aと同様のCM膜37bが蒸着された落射プリズム36Bを使用してもよ

い。この場合、落射プリズム36Bの指標マーク34Aから反射面までの光路長を $D_6$ 、その反射面からCM膜37bまでの光路長を $D_5$ とすれば、指標マーク34AからCM膜37bまでの光軸AX1に沿った光路長 $L_6$  ( $=D_5 + D_6$ )と、ウエハ表面からCM膜37bまでの光軸AX1に沿った光路長 $L_5$ とがほぼ等しくなるように落射プリズム36B等の大きさや位置を設定する。この方法によれば、指標板やコールドミラー等の光学部品が削減され、製造コストが低下するほか、光路中の境界面の減少によりフレアの低減が期待できる。更に、熱変動や機械的変動の影響を受ける部品が減少するため、部品のシフト等による影響が軽減される。なお、図1及び図4(a)、(b)の例では、指標マーク34、34Aのパターン構造は凸部と凹部での透過光の位相が $180^\circ$ 異なる位相パターンとしてきたが、明暗のライン・アンド・スペースパターン等であってもよい。

【0038】図1に戻り、中央制御系6は撮像素子41、42からそれぞれ供給されたウエハマーク38のウエハマーク像及び指標マーク34の指標マーク像の各々の電気信号、及びレーザ干渉計4aからのウエハステージ3の位置情報を演算処理することで、指標マーク34の指標マーク像の中心に対するウエハマーク38のウエハマーク像の中心の2次元的位置ずれを検出する。また、撮像素子41、42の撮像面での像とウエハ2の表面との間の倍率は予め分かっているため、その位置ずれ量がウエハ2上での位置ずれ量に換算される。そして、この換算された位置ずれ量に、その計測時点でのレーザ干渉計4aの計測値を加算することによって、ウエハマーク38のステージ座標系(ウエハステージ3の位置を示す座標系)での2次元の位置が算出される。この場合、指標マーク34の指標マーク像の中心にウエハマーク38のウエハマーク像の中心が合致しているときの、そのウエハマーク38の中心の位置をアライメントセンサ11の計測中心とみなすことができる。

【0039】ウエハ2上には複数のショット領域が形成されており、それらの各ショット領域にはそれぞれウエハマーク38と同様のウエハマークが所定の位置に形成されている。それらのショット領域のウエハマークが順次アライメントセンサ11の検出領域に入るようにウエハステージ3を移動させ、指標マーク34に対する位置ずれ量を検出すると共に、ウエハステージ3の位置をレーザ干渉計4aで検出することにより、当該ショット領域のウエハマークのステージ座標系での位置を検出することができる。

【0040】また、本例の投影露光装置には、図2に示すように装置周辺の環境温度及び大気圧を測定する環境センサが設けられている。例えばFIA方式のアライメントセンサ11の指標対物部11cのケーシング14の周囲の温度を計測する温度センサTG2やウエハ2上の環境温度を測定する温度センサTG1等の温度センサ、

及び装置周辺の気圧を測定する気圧センサPG等が設置されており、それらの温度センサ及び気圧センサ等の出力信号が常時信号処理装置6aに供給されている。信号処理装置6aはそれらの出力信号より温度及び気圧を求めて、中央制御系6に供給する。

【0041】本例では、一例として露光に際しウエハ2上から選択された所定個数のショット領域(サンプルショット)に付設されたウエハマークの座標位置をアライメントセンサ11を用いて計測し、この計測結果を統計処理してウエハ2上の各ショット領域の配列座標を算出するエンハンスド・グローバル・アライメント(EGA)方式により各ショット領域のアライメントが行われる。また、例えばウエハステージ3上の不図示の基準マーク部材を使用することによって、レチクルRのパターンの投影光学系1を介した投影像の中心(露光中心)と、アライメントセンサ11の計測中心(指標マーク34の像の中心)との位置ずれ量であるベースライン量は計測されているので、中央制御系6は各ショット領域の配列座標をそのベースライン量で補正した座標に基づいて、ウエハステージ3を位置決めする。以上の動作により、ウエハ2の各ショット領域はそれぞれレチクルRのパターンの投影像に対して正確に位置決めすることができ、この状態で露光を行うことによって、各ショット領域について高い重ね合わせ精度が得られる。

【0042】次に、本例のアライメントセンサ11の動作について説明する。本例のアライメントセンサ11は、従来のFIA方式のアライメントセンサと比較して次のような特徴を有している。先ず第1に、センサ本体部11bと指標対物部11cとが分離されている。図5(a)は、本例の図1のアライメントセンサ11を裏面側から見た構成を示し、図5(b)は従来のFIA方式のアライメントセンサを裏面側から見た構成を示す。図5(b)に示すように、従来のアライメントセンサはセンサ本体部と対物部とが分離されておらず、センサ本体部と指標対物部とが一体化されたセンサ本体51が投影光学系保持部16のD面に支持フレーム52a、52bを介して固定されている。この場合、センサ本体51の熱変形がベースライン変動に大きな影響を与えるため、センサ本体51のケーシングは低熱膨張材で形成されている。

【0043】これに対して本例のアライメントセンサ11は、図5(a)に示すように、指標対物部11cがセンサ本体部11bと分離されている。そして、センサ本体部11bは支持フレーム17a、17cを介して投影光学系保持部16のD面に固定されている。一方指標対物部11cはセンサ本体部11bの+Y方向の端部から少し離れた位置から投影光学系1の光軸AXに向けて配置されており、Y軸に平行で光軸AXを通る軸に対称に配置された支持フレーム18a~18dを介して投影光学系保持部16のC面に固定されている。

【0044】第2の特徴として、図1に示すように、指標マーク34が第1対物レンズ33とウエハマーク38との間に配置されている。そして、第3の特徴として、指標マーク34からの指標マーク検出光LB2と、ウエハマーク38からのウエハマーク検出光LB1とが撮像素子41、42に入射する直前で分離されている。以上の3つの特徴により以下のような作用効果が得られる。

【0045】先ず、通常投影光学系保持部16のD面16aが伸縮して移動したり、センサ本体部11bが移動及び変形した場合には、ベースライン量に変動が生ずる、所謂ベースライン変動の要因となる。しかし、本例ではウエハマーク検出光LB1及び指標マーク検出光LB2はセンサ本体部11bのダイクロイックミラー40以降の光路を除き、ほぼ同一の光路を通る。従って、撮像素子42の撮像面における指標マーク34の指標マーク像と、撮像素子41の撮像面におけるウエハマーク38のウエハマーク像とは、ほぼ等しいドリフト量で変位することになり、D面の伸縮及びセンサ本体部11bの移動や変形はベースライン変動の要因とはならない。言い換えると、指標対物部11cとウエハマーク38とが静止していさえすれば、指標マークの像とウエハマーク38の像との位置ずれ量は殆ど変化せず、「ドリフト安定性」が極めて高くなる。

【0046】また、ウエハマーク検出光LB1及び指標マーク検出光LB2がほぼ同一の光路を進むことにより、光路中の機械的振動や空気揺らぎの影響を同等に受けることになるため、指標マーク34の指標マーク像及びウエハマーク38のウエハマーク像の撮像面上の検出位置も同等に揺らぐことになる。従って、指標マーク34を基準としてウエハマーク38の位置を検出する、所謂両者の差分を計測する場合には、計測再現性の上で有利である。更に、センサ本体部11bのケーシング13を一般的に高価で加工の難しい低熱膨張合金等の低熱膨張材で構成しなくてもよいから、コストも低く抑えることができる。

【0047】更に、センサ本体部11bに起因するベースライン変動の発生源が大幅に削減され、ベースライン変動の発生要因としては、例えば指標対物部11cが固定されているC面(16b)の水平方向への伸縮に伴うウエハマーク38に対する指標マーク34の位置のドリフト、及び指標対物部11cの内部変形に伴うウエハマーク38に対する指標マーク34のドリフトが主なものとなる。この場合、指標対物部11c自体が元々小さいため、指標対物部11cの内部変形も小さくなる。従って、指標マーク34のドリフトも極めて小さい。その上、指標対物部11c内において、熱変動の影響を受けてドリフトに大きな影響を与える光学部材は落射プリズム36を支持するケーシング14であり、このケーシング14の熱変形により、落射プリズム36がピッチング、ローリング、及びヨーイング等により変位した場合

のベースライン変動は、以下に説明するように減少する。この理由について図4(b)の落射プリズム36Bを使用した場合の動作を例にとり説明する。

【0048】図6は、図4(b)の落射プリズム36Bが変位した場合のベースライン変動を説明するための図を示し、図6(a)は、指標対物部11cとウエハ2との位置関係を示す斜視図、図6(b)～図6(g)は、それぞれ落射プリズム36Bのピッチング、ローリング、ヨーイング、上下移動(Z方向への移動)、横移動(X方向への移動)、及び前後移動(Y方向への移動)の状態を示している。図6(a)において、第1対物レンズ33、指標マーク34A及びCM膜37bが形成された落射プリズム36B等をケーシング14内に含む指標対物部11cが、ウエハマーク38が形成されたウエハ2上に設置されている。ウエハマーク38を照明する照明光A1及びウエハマーク検出光L1(図1参照)は、落射プリズム36Bの底部中央に対応するケーシング14に設けられた開口部14aを通過するようになっている。ここで落射プリズム36Bにケーシング14の熱変形に伴う圧力が加えられた場合、矢印45A～45Eに示すようにピッチング、ローリング、ヨーイング、上下移動、横移動、及び前後移動等の現象が生じ、指標マーク34A及びウエハマーク38の像のドリフトが生じる。以下、ピッチング及びローリング等により生ずる指標マーク34A及びウエハマーク38の像のドリフト量をそれぞれ、 $\Delta X_{TH}$ 及び $\Delta X_{WH}$ とし、ウエハマーク38の像のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ と指標マーク34Aのドリフト量 $\Delta X_{TH}$ との差分を $\Delta D$ として説明する。

【0049】従来は、指標マークが第1対物レンズ33とウエハマーク38との間に設置されておらず、落射プリズムがピッチングやローリング等で変位した場合、横移動の場合を除き、ウエハマークの像のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ がそのままウエハマークと指標マークとの間のドリフト量 $\Delta D$ となっていたが、本例の場合は、指標マーク34Aが第1対物レンズ33とウエハマーク38との間に設置されているために、以下に説明するようにウエハマーク38の像と指標マーク34Aとの間のドリフト量 $\Delta D$ は従来と比較して減少する。

【0050】図6(b)の点線で示すように、落射プリズム36Bがピッチングにより変位した場合、ウエハマーク38の像のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ 、と指標マーク34Aのドリフト量 $\Delta X_{TH}$ との間には次の関係式が成立する。  

$$\Delta X_{WH} = 2 \Delta X_{TH}$$

$$\Delta D = \Delta X_{WH} - \Delta X_{TH} = \Delta X_{WH} / 2$$

従って、ドリフト量 $\Delta D$ は従来と比較して半減する。

【0051】また、図6(c)に示すように、落射プリズム36Bがローリングにより変位した場合のウエハマーク38のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ 、と指標マーク34Aのドリフト量 $\Delta X_{TH}$ との間には次の関係式が成立する。

$$\Delta X_{TH} = 0,$$

$$\Delta D = \Delta X_{WH} - \Delta X_{TH} = \Delta X_{WH}$$

この場合、ドリフト量 $\Delta D$ は変わらない。

【0052】また、図6(d)に示すように、落射プリズム36Bがヨーイングにより変位した場合、ウエハマーク38のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ 、と指標マーク34Aのドリフト量 $\Delta X_{TH}$ との間には次の関係式が成立する。

$$\Delta X_{WH} = \Delta X_{TH},$$

$$\Delta D = \Delta X_{WH} - \Delta X_{TH} = 0$$

従って、ドリフト量 $\Delta D$ は殆ど0となる。

【0053】また、図6(e)に示すように、落射プリズム36Bが上下移動した場合、ウエハマーク38のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ 、と指標マーク34Aのドリフト量 $\Delta X_{TH}$ との間には次の関係式が成立する。

$$\Delta X_{WH} = \Delta X_{TH},$$

$$\Delta D = \Delta X_{WH} - \Delta X_{TH} = 0$$

この場合、ドリフトは生じなくなる。

【0054】また、図6(f)に示すように、落射プリズム36Bが横移動した場合、ウエハマーク38のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ 、と指標マーク34Aのドリフト量 $\Delta X_{TH}$ との間には次の関係式が成立する。

$$\Delta X_{WH} = 0,$$

$$\Delta D = \Delta X_{WH} - \Delta X_{TH} = -\Delta X_{TH}$$

この場合、従来はドリフトは生じていないが、本例ではドリフトが生じる。しかし、通常の場合落射プリズム36Bの横移動は殆ど生じることがなく、これにより本例の効果が減殺されることはない。

【0055】また、図6(g)に示すように、落射プリズム36Bが前後移動した場合、ウエハマーク38のドリフト量 $\Delta X_{WH}$ 、と指標マーク34Aのドリフト量 $\Delta X_{TH}$ との間には次の関係式が成立する。

$$\Delta X_{TH} = 0$$

$$\Delta D = \Delta X_{WH} - \Delta X_{TH} = \Delta X_{WH}$$

この場合は従来と変わらない。

【0056】以上のように、指標マーク34Aを第1対物レンズ33とウエハマーク38との間に配置する構造的な優位性がここにも表れていることが分かる。なお、以上では説明の都合上、図4(b)の落射プリズム36Bを例に取り説明したが、図1の構成においても同様の結果を得ることができる。即ち、指標マーク34が形成された指標板35は落射プリズム36の極近傍に配置されているため、指標板35及び落射プリズム36に対するケーシング14の熱変形圧力の影響はほぼ同様のものとなり、指標板35は落射プリズム36と同様な変位を行う。従って、指標マーク34とウエハマーク38とのドリフト量は、図4(b)の場合と同様であると考えてよい。

【0057】以上、指標対物部11cのケーシング14を低熱膨張材で構成しなくともベースライン変動は大幅に減少する。しかし、本例の場合は指標対物部11cのケーシング14を低熱膨張材で構成しているため、ケー

シング14の熱変形に伴うベースライン変動は殆ど生じない。しかし、必要であれば指標対物部11cのみに遮風、断熱、及び空調等の対策を施せばよい。投影光学系1の裏面のC面の伸縮で問題となるのは、Y方向へのドリフトのみである。指標対物部11cの固定方法の対称性から考えて、指標対物部11cはX方向には殆どドリフトすることはない。そこで、投影光学系保持部16の裏面側の特にC面(16b)周辺を集中的に温調する方法も有効である。また、本例では図2で説明したように、指標対物部11cの近傍に温度センサTG2を設置して、その温度センサTG2によりC面周辺の温度を測定している。従って、その温度変化から指標対物部11cのドリフト量を予測することができる。

【0058】このように、アライメントセンサ11において熱の発生に伴うドリフトの発生箇所を大幅に削減し、かつ限定できるので、低熱膨張材の利用や部分温調及び温度モニターによる予測制御といった手法を無駄なく有効に用いることが可能となり、アライメントセンサ11において、熱変動に伴うベースライン変動量を極めて小さくでき、アライメント精度を大幅に向上させることができる。また、ベースラインチェックを頻繁に繰り返す必要がないため、スループット(生産性)が向上する利点もある。

【0059】なお、指標マーク34に対する照明光AL2のテレセントリック性(以下、単に「テレセン」という)の調整は非常に厳密に実施する必要がある。アライメントセンサ11周辺の重要な環境変動には、熱的なものの以外に大気圧の変化がある。顕著な大気圧変化がある場合には、撮像素子41、42上でのウエハマーク38のウエハマーク像や指標マーク34の指標マーク像が撮像素子41、42の撮像面に対してデフォーカスする。この場合、ウエハマーク38のウエハマーク像や指標マーク34の指標マーク像の撮像面に対するテレセンが崩れなければ像シフトは生じないが、テレセンずれが生じていれば像シフトを生じてしまう。ウエハマーク38に関して言えば、ウエハマーク38に対する照明光AL1のテレセンが多少崩れていても、図2の気圧センサPG等により大気圧変化を検出して、ウエハマーク38のウエハマーク像が撮像素子41に対して常に焦点が合うように、ウエハマーク38の垂直方向の位置を図2の焦点位置検出系9a、9bにより検出して、中央制御系6によりZチルトステージ3Zを駆動して調整すれば、大気圧の変動に対してウエハマーク38の像シフトがないように補正することができる。

【0060】一方、指標マーク34に関しては、以下のように照明光AL2のテレセン調整を厳密に行って像シフトを防ぐようにする。まず、光軸AX1に沿って上下可能なウエハマーク38に対してZチルトステージ3Zを駆動して照明光AL1のテレセン調整を行う。次に、上下駆動できない指標マーク34に対してのテレセン調

整を次のように行う。まず、ウエハマーク38に対してテレセン調整が完了している照明光AL1の光源像を、第1対物レンズ33の入射瞳面32上で観察し、この照明光AL1の光源像に対して赤外光である照明光AL2の光源像を合わせ込むように、光源26の位置を光軸AX1に対して垂直な面上で微調整する。このようにすれば、照明光AL2の指標マーク34に対するテレセンが完全に調整されているので、大気圧変動が生じても検出基準となる撮像素子42上の指標マーク34の指標マーク像はドリフトすることがなく、ウエハマーク38の位置を高精度に検出できる。なお、入射瞳面32の共役位置でそれらの光源像を観察してもよい。

【0061】また、図2の気圧センサPG及び図1のゴールドミラー駆動素子43等を利用して、ウエハマーク38の場合と同じように、指標マーク34にも大気圧変動に対する撮像素子41上の指標マーク像のフォーカスの自動調整を行えば、大気圧変動に伴うテレセンのオフセット発生を防ぐことができる。設計値で求めた大気圧変化に伴う指標マーク像のフォーカス変化量と気圧センサPGにより求めた大気圧変動量とに基づいて、中央制御系6の指令により、例えばCM膜37aが形成されたゴールドミラー37を駆動するゴールドミラー駆動素子43を介してCM膜37aの高さ位置(光軸に沿った方向の位置)を調整すれば、指標マーク34の指標マーク像も常にベストフォーカス位置に保つことができる。また、大気圧変動に伴う撮像素子41上の指標マーク34の指標マーク像の位置シフトの変化率を予め計測して中央制御系6に記憶させ、気圧センサPGにより求めた大気圧変動量から指標マーク34の像の検出位置に与えるべきオフセットを計算することで、検出基準となる指標マーク34の像の位置を常に気圧変化に対して補正をかけて安定して測定することもできる。

【0062】次に、本発明の実施の形態の第2の例について図7を参照して説明する。本例は、ウエハマーク38のウエハマーク像と指標マーク34の指標マーク像とを空間的に分離せず、時間的に分離して検出するものである。基本的な構成は図1の第1の例と同様であり、図7において図1に対応する部分には同一符号を付して、その詳細説明を省略する。

【0063】本例のアライメントセンサ61では、ウエハマーク38を検出するための可視光である照明光AL1をセンサ本体部11bに供給するランプハウス部61a内のライトガイド14の入射端手前に、回転シャッター53及び回転シャッター53を駆動する駆動機構53aを設けている。また、ウエハマーク38からのウエハマーク検出光LB1を受光するための撮像素子と指標マーク34からの指標マーク検出光を受光するための撮像素子とを別々に設けず、1つの撮像素子41Aで受光するようにしている。他の構成は図1の第1の例と同様である。回転シャッター53は駆動機構53aを介して

中央制御系6により開閉制御されており、ウエハマーク38の検出が断続的に行われる。一方、指標マーク34を検出する赤外光よりなる照明光AL2を供給するためにセンサ本体部11bに設置された光源26は、中央制御系6によりオン・オフ制御されており、指標マーク34の検出が断続的に行われるようになっている。以下、本例のアライメントセンサ61の動作につき説明する。

【0064】ウエハステージ3のステッピングに伴ってウエハマーク38がアライメントセンサ61の計測領域に到達したときには、中央制御系6は赤外の光源26を消灯する。中央制御系6は同時に、ランプハウス部61aの駆動機構53aを介して回転シャッター53を開き、ウエハマーク38に照明光AL1を照射して、ウエハマーク検出光LB1を撮像素子41Aで受光する。撮像素子41Aからは、ウエハマーク38の位置に対応する電気信号が中央制御系6に供給される。次に、別のウエハマークの位置に移動するためにウエハステージ3がステッピングを開始するに伴って、中央制御系6は光源26を点灯し、同時に回転シャッター53を閉じて、指標マーク34に照明光AL2を照射し、指標マーク検出光LB2を撮像素子41Aで受光する。撮像素子41Aからは、指標マーク34の位置に対応する電気信号が中央制御系6に供給される。EGA方式のアライメントにおいて、この一連の動作を繰り返すことで、指標マーク34に対する各ショット領域（サンプルショット）の座標位置を計測することができる。

【0065】なお、指標マーク34の位置の検出は、ウエハステージ3のステッピング毎に行わなくてもよい。例えば、指標マーク34の検出を最初のサンプルショット計測時と、最後のサンプルショット計測時との2回だけ行って、2回の測定値の平均値を取るようにしてもよい。更には、適当なショット領域間をステッピング中の一回だけの測定値により指標マーク34の位置を決定してもよい。

【0066】本例によれば、図1の第1の例の利点に加えて、撮像素子や他の光学機器等の光学部品点数が削減されコストが低減する利点がある。次に、本発明による実施の形態の第3の例について図8(a)を参照して説明する。本例は、図1の指標マーク34と同様の指標マーク34Bを落射プリズム36とウエハ2との間に設け、その指標マーク34Bをコールドミラー37の上面に形成すると共に、コールドミラー37の裏面側にCM膜37bを形成したものである。その他の構成は図1の例と同様であり、図8(a)において、図1に対応する部分には同一符号を付し、その詳細説明を省略する。

【0067】図8(a)は、本例の概略構成を示し、この図8(a)において、指標マーク34Bはウエハ2の直上に配置されたコールドミラー37の上面に形成されている。コールドミラー37のウエハ2側にはCM膜37bが形成されており、指標マーク34Bを照射した赤

外光である照明光AL2はCM膜37bで反射されて、指標マーク検出光LB2として撮像素子42側に戻る構成となっている。また、照明光AL2の光路中のコンデンサレンズ27とダイクロイックミラー28との間に指標マーク34B用の視野絞り29Bを設け、照明光AL1の光路中のコンデンサレンズ25とダイクロイックミラー28との間にウエハマーク38用の視野絞り29Aを設けている。このように、指標マーク34B用の視野絞り29Bとウエハマーク38用の視野絞り29Aとを各々別々に有することで、指標マーク34B及びウエハマーク38のみをそれぞれ赤外光である照明光AL2及び可視光である照明光AL1により限定的に照射することができる。

【0068】コールドミラー37の裏面側に形成されたCM膜37bから指標マーク34Bまでの光路長L<sub>2</sub>とコールドミラー37のCM膜37bからウエハマーク38までの光路長L<sub>1</sub>とは同じ長さに設定されており、指標マーク34Bは第1対物レンズ33の焦平面上にある。指標マーク検出光LB2の進行方向を撮像素子42側へ偏向（反射）する機能は図1の例と同様にCM膜37bが有している。この場合の指標マーク34BとCM膜37bとの光学的な距離は、指標マーク検出光LB2をけらないだけの小さな間隔を確保すればよい。

【0069】本例においては、指標マーク34Bをウエハマーク38のできるだけ近く直上に配置し、指標マーク検出光LB2とウエハマーク検出光LB1との光路を早めに合成して、共通化することで、指標マーク検出光LB2とウエハマーク検出光LB1とに対する空気揺らぎや機械的な振動の影響をできるだけ近い状態にする。これにより、アライメントセンサのドリフト安定性が更に向上して、ウエハマーク38の位置検出の計測再現性が向上する。また、熱変動の影響の大きい落射プリズム36の変位による影響は、ウエハマーク38と指標マーク34とが同時に受けることになり、落射プリズム36の変位による指標マーク検出光LB2とウエハマーク検出光LB1とのベースラインドリフトは生じない。従って、第1の例で述べたピッチング、ローリング、ヨーイング等の影響を全てなくすることができる。

【0070】次に、第3の例のように落射プリズム36よりウエハ2側に指標マークを配置した、2つの変形例について図8(b)及び図8(c)を参照して説明する。基本的な構成は図8(a)の例と同様である。図8(b)は、第3の例に対する第1の変形例の概略構成を示し、この図8(b)に示すように、本例においては、指標マーク34Bを照射するために赤外光を射出する専用の光源26を設けず、可視光を射出する光源のみで指標マーク34Bとウエハマーク38とを照明するものである。図8(b)では不図示の可視光源からの可視光を供給するライトガイド24が示されている。ライトガイド24からの照明光はコンデンサレンズ25を介して視

視野絞り29Cに入射する。視野絞り29Cには2つの開口部が設けられており、コンデンサレンズ25からの照明光は、指標マーク34Bを照射するための照明光AL3とウエハマーク38を照射するための照明光AL1とに分離される。この照明光AL3は、図8(a)の照明光AL2に対応する。以下の照明光AL1及び照明光AL3の光路は図8(a)の照明光AL1及び照明光AL2の場合と同様である。

【0071】また、本例では指標マーク検出光LB3の撮像素子42側への偏向(反射)手段は、図8(a)のCM膜37bと異なり、光吸収性を有する指標マーク34Bの形成された透明な平板ガラス37Kのウエハマーク38側に部分蒸着されたアルミニウム(A1)膜等の反射部材37cである。この場合も、反射部材37cから指標マーク34Bまでの光路長 $l_7$ と平板ガラス37Kの反射部材37cからウエハマーク38までの光路長 $l_8$ とは同じ長さとして設定されており、指標マーク34Bは第1対物レンズ33の焦平面上にある。本例によれば、図8(a)の例に比較して赤外光を射出する光源を設けない分だけコストを削減できる。

【0072】図8(c)は、第3の例に対する第2の変形例の概略構成を示し、この図8(c)に示すように、本例では指標マーク検出光LB2を撮像素子42側へ偏向する手段としてCM膜やアルミニウム等の反射部材等を用いない構成を有する。本例では、指標マークとして光反射性を有する指標マーク34Cを使用し、指標マーク34Cを透明な平板ガラス37Kのウエハ2側に形成すると共に、ウエハ2表面への遮光のための酸化クロム等の光吸収性を有する部材からなる遮光部材37dを指標マーク34Cに重ねるように蒸着してある。この場合、指標マーク34C自体を光吸収性のものにし、遮光部材37dをアルミニウム等の反射部材で構成してもよい。

【0073】なお、本例の場合、指標マーク34Cは第1対物レンズ33の焦平面から実質的に外れ、第1対物レンズ33側へデフォーカスしているため、指標マーク34C検出用の撮像素子42は、ウエハマーク38検出用の撮像素子41より後へずらして配置する必要がある。この図8(c)の例が図1のCM膜37a等の指標マーク検出光の偏向手段(反射手段)を用いずに指標マークを第1対物レンズ33よりウエハマーク38側へ配置する最も単純な例である。

【0074】その他、上述までのウエハマーク38の照明方法は全て落射方式によるものであったが、ウエハマーク38を透過照明するような場合にも、指標マークを第1対物レンズ33よりウエハマーク38側に配置する方式を適用することができる。更に、ウエハマーク38や指標マーク自身を自発的に発光する発光体で構成してもよい。この場合には、ウエハマーク38や指標マークに対する照明手段を必要としない利点がある。

【0075】以上、図8(a)～図8(c)の例のように、ウエハマーク38等の位置検出すべき対象を結像して検出する殆どあらゆる状況に対して、検出の基準となる指標マークを第1対物レンズ33等の集光手段よりもウエハマーク38等の位置検出対象側に配置する位置検出手法を適用できる。更に、第1の例で述べた、例えば第1対物レンズ33と指標マーク34との独立保持等の手法を用いることで生じる相乗効果も同様に期待できる。

【0076】次に、本発明による実施の形態の第4の例について図9及び図10を参照して説明する。以上の例では、図7の例を除き、ウエハマーク38検出用の撮像素子と、指標マーク検出用の撮像素子とを別に設けているが、必ずしも2つの撮像素子を設ける必要はなく、指標板上の指標マークの配置を適当に設定すると共に、ハーフプリズム31より光源側の照明光学系の光路中に迷光防止用の遮光板を適当に設定することにより、1つの撮像素子で指標マーク及びウエハマーク38の位置を同時に、且つ高精度に検出することができる。本例は、1台の撮像素子で指標マークの位置を基準とするウエハマーク38の位置を検出する例を示す。撮像素子を除く基本的な構成は図1の例と同様であり、図9及び図10において、図1に対応する部分には同一符号を付し、その詳細説明を省略する。

【0077】図9(a)は、本例の概略構成を示し、この図9(a)に示すように、指標マーク34及びウエハマーク38からの検出光LB1、LB2は1つの撮像素子41Bにより受光される。この場合、撮像素子41B上のウエハマーク38のウエハマーク像の領域に赤外光光源26からの迷光が混入してウエハマーク像のコントラストを低下させる恐れがある。

【0078】そこで、上記迷光によりウエハマーク38に対応する電気信号のS/N比が悪化することを防止するには、赤外光である照明光AL2がダイクロイックミラー28に入射する手前の光路中で、且つ指標マーク34と共役な位置の近傍(図9(a)では、赤外光光源26とコンデンサレンズ27との間)に指標マーク34のパターン領域外を遮光するための遮光板46Bを設け、この遮光板46Bが指標板34とレンズ系(27, 30, 33)を介してほぼ共役な関係にあるようにするとよい。

【0079】図9(c)は、遮光板46B上のパターンの様子を示し、図9(e)は、指標板35上に形成された指標マーク34の状態を示す。以下で説明する図9(b)及び図9(d)の場合も各遮光板上のパターンの様子を示している。この図9(e)に示すように、指標マーク34は、指標板35の中心を通るX軸に平行な直線に沿って所定の間隔を持って形成されたX方向測定用の2つの格子状パターン34Xと、指標板35の中心を通るY軸に平行な直線に沿って所定の間隔を持って形成



されたY方向測定用の2つの格子状パターン34Yとから構成されている。それに対して図9(c)に示す遮光板46Bには、指標マーク34の格子状パターン34X、34Yに対応する位置に、格子状パターン34X、34Yより少し大きな幅を有するX軸用の2つの透過部48X及びY軸用の2つの透過部48Yからなる透過部48Tが設けられており、それらの透過部48Tの周囲は遮光部48Dにより囲まれている。光源26からの赤外の照明光AL2の大部分は、この遮光部48Dにより遮光されるため、撮像素子41B上のウエハマーク38のウエハマーク像への上記赤外光源からの迷光の混入を低減でき、ウエハマーク像に対応する電気信号のSN比が向上する。

【0080】次に、指標マーク像に対する迷光防止について考えると、撮像素子41B上の指標マーク34の指標マーク像の検出領域には、ウエハマーク38を照明する可視光の照明光AL1に起因する迷光があり、この迷光を低減するには、ダイクロイックミラー28に入射する照明光AL1の光路中で、且つウエハ2の表面と共役な位置又はその近傍となる位置(図9(a)ではダイクロイックミラー28とコンデンサレンズ25との間の光路中)に、指標マーク34のパターン領域と共役な位置を通過する光束を遮光する遮光板46Aを設けるとよい。

【0081】図9(b)は、遮光板46A上のパターンを示し、この図9(b)に示すように、遮光板46Aには、指標マーク34の格子状パターン34X、34Yに対応する共役位置に、格子状パターン34X、34Yより少し大きな幅を有するX軸用の2つの遮光部47X、及びY軸用の2つの遮光部47Yからなる遮光部47が設けられている。ウエハマーク検出用の照明光AL1の内指標マーク34を通過する部分が遮光されるため、撮像素子41B上の指標マーク34の指標マーク像の検出領域でウエハマーク38からの反射光であるウエハマーク検出光LB1が減少し、指標マーク像に対応する電気信号のSN比が向上する。

【0082】更に、指標マーク34の結像に寄与しない照明光AL2も、指標マーク検出光に対する迷光となる場合がある。この迷光により撮像素子41Bの指標マーク像の出力信号のSN比が悪化するのを防止するには、照明光AL2がダイクロイックミラー28に入射するまでの光路中で、且つコールドミラー37を介して指標マーク34と共役な位置又はその近傍(図9(a)では、ダイクロイックミラー28とコンデンサレンズ27との間)に遮光板46Cを設けることによって撮像素子41B上の指標マーク像に対応する電気信号のSN比を改善することができる。

【0083】図9(d)は、遮光板46C上のパターンを示し、この図9(d)に示すように、遮光板46Cには、指標マーク34の格子状パターン34X、34Yに

対応する共役位置に、図9(b)と同様な格子状パターン34X、34Yより少し大きな幅を有するX軸用の2つの遮光部49X、及びY軸用の2つの遮光部49Yからなる遮光部49が設けられている。こうすることで、照明光AL2による迷光が低減され、撮像素子41Bの指標マーク34の像に対応する電気信号のSN比の向上が期待できる。

【0084】上述のように、遮光板を設けることで迷光を低下させ、指標マークを検出する撮像素子及びウエハマークを検出する撮像素子を別に設ける必要なく、一台の撮像素子により指標マーク及びウエハマークからの結像光を同時に受光し、コントラストの良好な撮像信号を得ることが可能となる。なお、本発明はFIA方式のアライメントセンサに限らず、オフ・アクシス方式でLIA方式のアライメントセンサ及びLSA方式のアライメントセンサに対しても同様に適用できる。

【0085】また、本発明はステッパ型の投影露光装置に限らず、レチクルのパターンの一部を投影光学系を介してウエハ上に投射した状態で、レチクルとウエハとを同期走査してレチクルのパターンをウエハの各ショット領域に逐次転写する走査露光型の投影露光装置にも同様に適用できる。このように、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0086】

【発明の効果】本発明の位置検出装置によれば、位置検出マークからの光束(以下、「被検物検出光」という)及び指標マークからの光束(以下「基準検出光」という)は共に同じ集光光学系を介して検出される。従って、被検物検出光及び基準検出光は、集光光学系に対する熱或いは機械的振動によるドリフトの影響を共に同じように受けるため、ドリフト安定性が向上し、位置検出マークの位置の検出精度が向上する利点がある。特に、本発明の位置検出装置は、高いドリフト安定性が要求されるオフ・アクシス方式のアライメントセンサに有効である。

【0087】また、位置検出マーク及び指標マークを照明する照明光学系と、この照明光学系によって指標マークに照射され、指標マークを介して被検物側に向かう光束を指標マーク側に反射することによって、指標マークの形成面と位置検出マークの形成面とを実質的に共役にする反射部材と、を有し、この反射部材によって反射された後、集光光学系を通過した光束を第2の光電検出手段で受光する場合には、被検物検出光及び基準検出光の光路長は実質的に等しくなり、位置検出マーク及び指標マークを共通の集光光学系で容易に検出できるようになる。

【0088】また、指標マークの形成面が位置検出マークの形成面に近接して配置され、位置検出マーク及び指標マークを照明する照明光学系を有し、照明光学系から



指標マークに照射され、指標マークを介した後集光光学系で集光された光束を第2の光電検出手段で受光する場合には、指標マークと位置検出マークとが近接して配置されるため、ドリフト安定性が更に向上する利点がある。

【0089】また、集光光学系が位置検出マーク、及び指標マークの像を形成する結像光学系であり、第1及び第2の光電検出手段がそれぞれ位置検出マークの像、及び指標マークの像を撮像する撮像素子である場合には、集光光学系により結像した位置検出マーク及び指標マークの像をそれぞれの撮像素子で検出して位置検出マークの相対位置を検出することができる。

【0090】また、第1及び第2の光電検出手段がそれぞれ位置検出マークの像、及び指標マークの像を撮像する撮像素子であり、照明光学系内の、指標マーク、又は位置検出マークと共役な位置に照明光を部分的に遮光するための遮光部材を配置する場合には、基準検出光中の不要な光束を遮光することができ、第2の光電検出手段での検出信号のSN比が向上する利点がある。

【0091】また、指標マーク又は指標マーク像の集光光学系の光軸方向の位置を調整する高さ調整手段と、周囲の環境状態を計測する環境状態計測手段と、この環境状態計測手段によって計測された環境状態の変化量の検出結果に応じて、集光光学系による指標マークからの光束の集光位置と所定の目標値とのオフセット量を求めるオフセット演算手段と、を有し、オフセット演算手段により求められたオフセット量に基づいて、高さ調整手段を介して指標マーク又は指標マーク像の位置を独立に調整する場合には、環境変化による基準検出光の集光位置のオフセットがなくなり、位置検出マークの検出精度が向上する利点がある。

【0092】また、周囲の環境状態を計測する環境状態計測手段と、この環境状態計測手段によって計測された環境状態の変化量の検出結果に応じて、集光光学系による指標マークからの光束の集光位置と所定の目標値とのオフセット量を求めるオフセット演算手段と、このオフセット演算手段により求められたオフセット量に基づいて、指標マークに対する位置検出マークの相対位置を補正する場合には、指標マークの目標集光位置からのオフセットが補正され、位置検出マークの検出精度が向上する利点がある。

【0093】また、本発明の第1の露光装置によれば、上記のような作用を有する本発明の位置検出装置を備えているため、位置合わせ用マークの指標マークに対する相対位置を高精度に検出することができ、レチクル上のパターンを感光基板上に高精度に露光することができる。また、本発明による第2の露光装置によれば、第1の露光装置と同様の効果が得られると共に、指標マーク及び位置検出マークに対する投影光学系や第1保持部材の例えば熱的な変形や機械的振動の影響がほぼ共通化さ

れる。従って、位置検出装置のドリフト安定性が更に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による位置検出装置の実施の形態の第1の例を示す一部を切り欠いた概略構成図である。

【図2】図1の位置検出装置を備えた投影露光装置の要部を示す概略構成図である。

【図3】図1の指標マーク34の検出用照明光の光路を示す図である。

【図4】図1の落射プリズム36等を含む部分の2つの変形例を示す構成図である。

【図5】(a)は図1のFIA方式のアライメントセンサを裏面側から見た図、(b)は従来のFIA方式のアライメントセンサを裏面側から見た図である。

【図6】図4の落射プリズム36Bが変位した場合の各種の位置ずれ量の説明図である。

【図7】本発明による実施の形態の第2の例を示す概略構成図である。

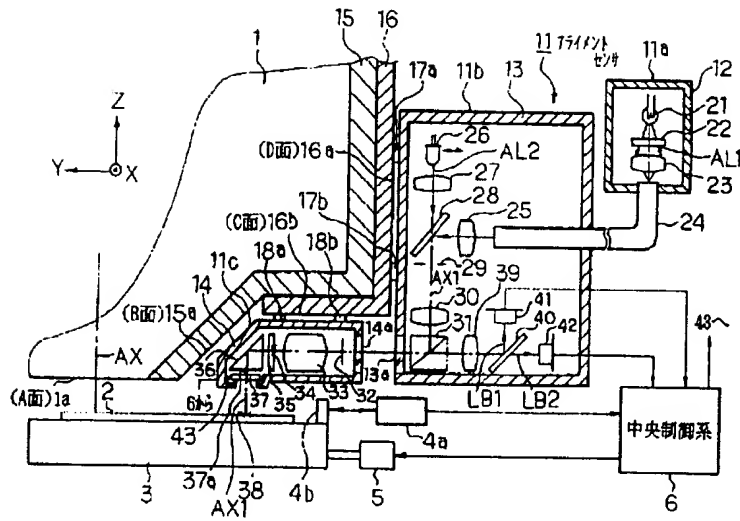
【図8】(a)は本発明による実施の形態の第3の例を示す概略構成図、(b)及び(c)はそれぞれ図8(a)の変形例を示す概略構成図である。

【図9】本発明による実施の形態の第4の例を示す説明図である。

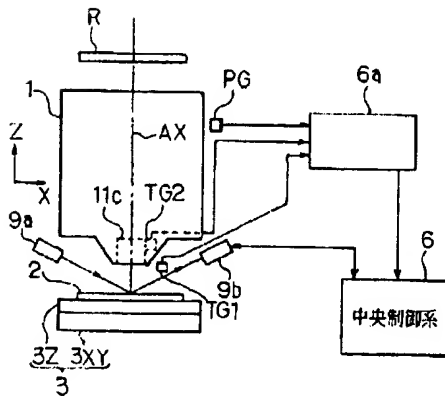
【符号の説明】

- 1 投影光学系
- 2 ウエハ
- 3 ウエハステージ
- 6 中央制御系
- 11 FIA方式のアライメントセンサ
- 11a ランプハウス部
- 11b センサ本体部
- 11c 指標対物部
- 12 ケーシング(ランプハウス部)
- 13 ケーシング(センサ本体部)
- 14 ケーシング(指標対物部)
- 15 鏡筒
- 16 投影光学系保持部
- 17a, 17b, 18a, 18b 支持フレーム
- 21 光源(可視光)
- 26 光源(赤外光)
- 33 第1対物レンズ
- 34, 34A~34C 指標マーク
- 35 指標板
- 36, 36B 落射プリズム
- 37 コールドミラー
- 37a CM膜
- 39 第2対物レンズ
- 41, 42, 41A, 41B 撮像素子
- 46A, 46B, 46C 遮光板

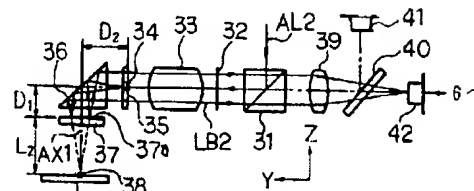
【図1】



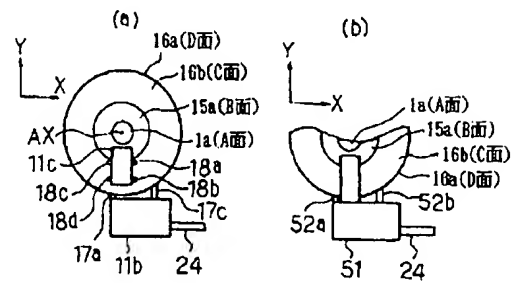
【図2】



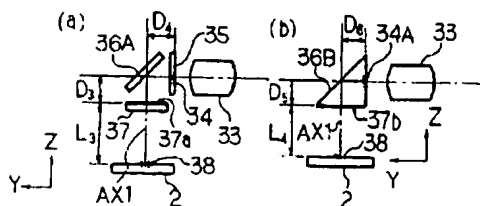
【図3】



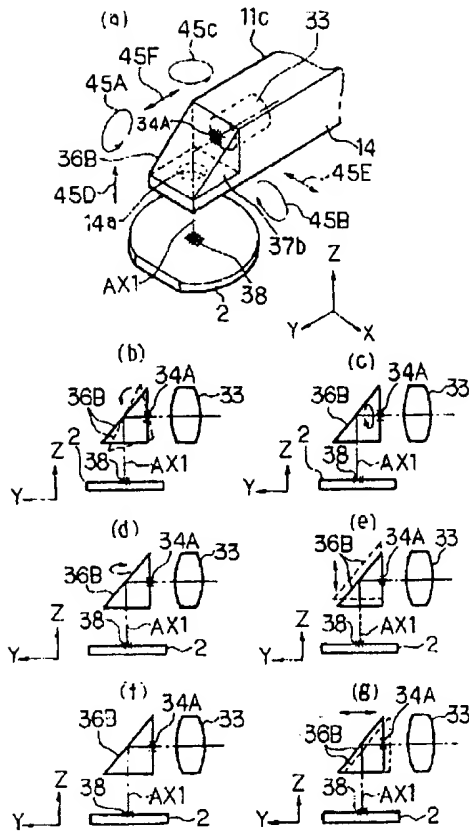
【図5】



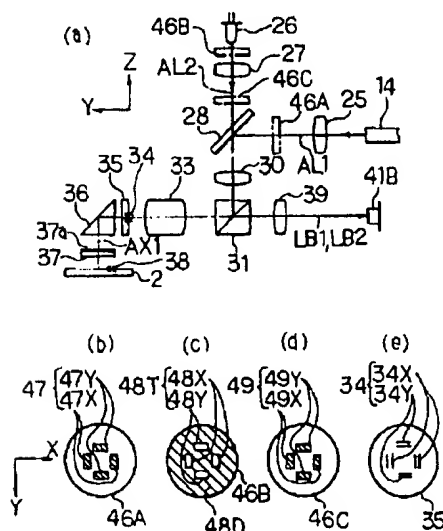
【図4】



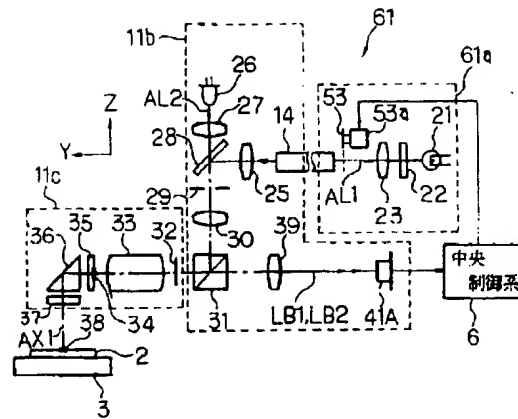
【図6】



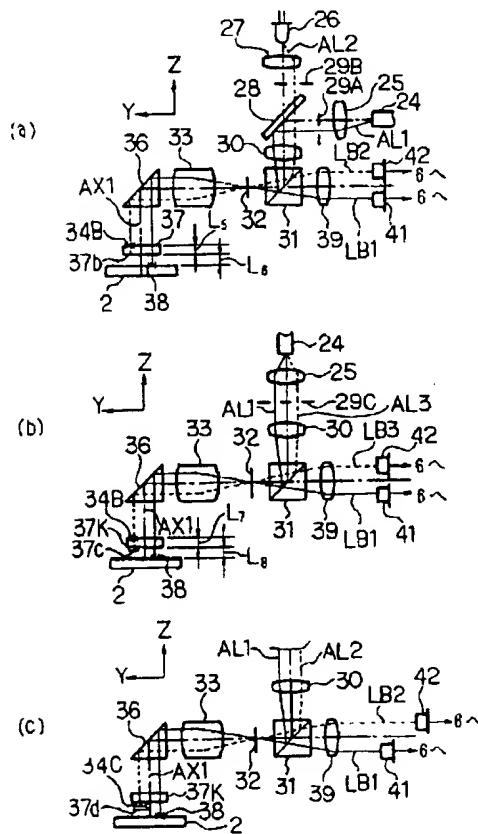
【図9】



【図7】



【図8】



(18)

特開平9-219354

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

片内整理番号

F I

H 0 1 L 21/30

技術表示箇所

5 2 5 W

5 2 5 X